

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年2月12日 (12.02.2004)

PCT

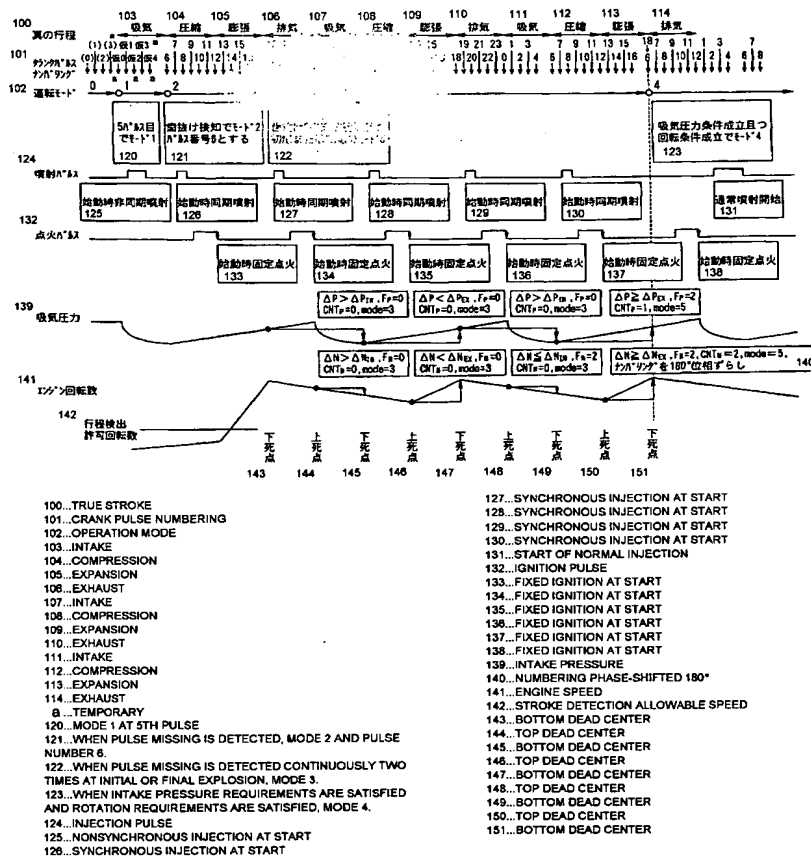
(10) 国際公開番号  
WO 2004/013476 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F02D 45/00 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ヤマハ発動機株式会社 (YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒438-8501 静岡県 磐田市 新貝 2500番地 Shizuoka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/004661
- (22) 国際出願日: 2003年4月11日 (11.04.2003) (72) 発明者: および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山下 俊彦 (YAMASHITA, Toshihiko) [JP/JP]; 〒438-8501 静岡県 磐田市 新貝 2500番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2002-223665 2002年7月31日 (31.07.2002) JP (74) 代理人: 森 哲也, 外(MORI, Tetsuya et al.); 〒101-0032 東京都千代田区 岩本町二丁目3番3号 友泉岩本町ビル 8階 日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: ENGINE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: エンジン制御装置



(57) Abstract: An engine control device capable of surely detecting a stroke at the time of starting of an engine when the stroke is not known merely by crank pulses, wherein the stroke is detected by a difference  $\Delta N$  in engine speed between a top dead center and a bottom dead center and a flag  $F_N$  is varied according to whether a temporary stroke when the stroke is not detected and the detected stroke are identical to each other or not and, at the same time, the stroke is detected also by a difference  $\Delta P$  in intake pressure between the bottom dead centers and a flag  $F_P$  is varied according to whether the temporary stroke and the detected stroke are identical to each other or not, and when both flags  $F_N$  and  $F_P$  are identical to each other, the detection of the stroke is completed and when the temporary stroke is different from the detected stroke, the stroke is phase-shifted 360° and the numbering of the crank pulses is changed.

(57) 要約: クランクパルスだけでは行程が分からないエンジン始動時に確実に行程を検出する。上死点に対する下死点のエンジン回転数差  $\Delta N$  から行程を検出し、行程未検出時の仮の行程と検出された行程とが一致しているときと異なるときとでフラ

グ  $F_N$  を変え、同時に下死点間の吸気圧力差  $\Delta P$  から行程を検出し、仮の行程と検出された行程とが一致しているときと異なるときとでフラグ  $F_P$  を変え、双方

[続葉有]



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## エンジン制御装置

## 5 技術分野

本発明は、エンジンを制御するエンジン制御装置に関するものであり、特に燃料を噴射する燃料噴射装置を備えたエンジンの制御に好適なものである。

## 背景技術

- 10 近年、インジェクタと呼ばれる燃料噴射装置が普及するにつれて、燃料を噴射するタイミングや噴射燃料量、つまり空燃比などの制御が容易になり、高出力化、低燃費化、排ガスのクリーン化などを促進することができるようになった。このうち、特に燃料を噴射するタイミングについては、厳密には吸気バルブの状態、つまり一般的にはカムシャフトの位相状態を検出し、それに合わせて燃料を噴射するのが一般的である。
- 15 ある。しかしながら、カムシャフトの位相状態を検出するための所謂カムセンサを用いる価値であり、特に二輪車両などではシリンダヘッドが大型化するなどの問題が生じては用できないことが多い。そのため、例えば特開平10-227252号公報では、クランクシャフトの位相状態及び吸気圧力を検出し、それらから気筒の行程状態を検出するエンジン制御装置が提案されている。従って、この従来技術を用いることにより、カムシャフトの位相を検出することなく、行程状態を検出することができるので、その行程状態に合わせて燃料の噴射タイミングなどを制御することが可能となる。

- また、1サイクル内のエンジン回転数の変動からも行程状態を検出することが可能である。即ち、爆発(膨張)行程では、エンジンの回転数が大きく、排気、吸気、圧縮の順にエンジン回転数が小さくなる。従って、このエンジン回転数の変動と前記クランクシャフトの位相からも行程状態を検出することができる。そして、特開2000-337206号公報に記載されるエンジン制御装置では、エンジンの運転状態に応じて、前記吸気圧力変動による行程検出とエンジン回転数変動による行程検出とを選別し、何れかの手法によって行程を検出するようにしている。

しかしながら、前記特開2000-337206号公報に記載されるエンジン制御装置

では、エンジンの運転状態全般にわたって最適な行程検出方法を設定するのは困難であるし、場合によっては何れの行程検出方法も最適でないことから、検出された行程の信頼性が低いという問題がある。

- 本発明は前記諸問題を解決すべく開発されたものであり、信頼性の高い行程検出
- 5 が可能なエンジン制御装置を提供することを目的とするものである。

#### 発明の開示

- 上記諸問題を解決するため、本発明のエンジン制御装置は、クランクシャフトの位相を検出するクランクシャフト位相検出手段と、エンジンの吸気管内の吸気圧力を検出
- 10 する吸気圧力検出手段と、少なくとも前記クランクシャフト位相検出手段で検出されたクランクシャフトの位相に基づいてエンジンの行程を検出する行程検出手段と、前記行程検出手段で検出されたエンジンの行程及び前記吸気圧力検出手段で検出された吸気圧力に基づいてエンジンの運転状態を制御するエンジン制御手段と、エンジンの回転数を検出するエンジン回転数検出手段とを備え、前記行程検出手段は、
- 15 前記吸気圧力検出手段で検出された吸気圧力に基づいて行程を検出すると共に前記エンジン回転数検出手段で検出されたエンジン回転数の変動から行程を検出し、夫々の検出された行程が一致したときに行程検出を完了することを特徴とするものである。

#### 20 図面の簡単な説明

- 図1は、オートバイ用のエンジン及びその制御装置の概略構成図である。
- 図2は、図1のエンジンでクランクパルスを送出する原理の説明図である。
- 図3は、本発明のエンジン制御装置の一実施形態を示すブロック図である。
- 図4は、図3の行程検出許可部で行われる演算処理を示すフローチャートである。
- 25 図5は、クランクシャフトの位相と吸気圧力から行程状態を検出する説明図である。
- 図6は、図3のクランクタイミング検出部で行われる演算処理を示すフローチャートである。
- 図7は、シリンダ内空気質量算出部に記憶されたシリンダ内空気質量算出のためのマップである。

図8は、目標空燃比算出部に記憶された目標空燃比算出のためのマップである。

図9は、過渡期補正部の作用説明図である。

図10は、図3の燃料噴射量算出部で行われる演算処理を示すフローチャートである。

5 図11は、図3の点火時期算出部で行われる演算処理を示すフローチャートである。

図12は、図10で設定される点火時期の説明図である。

図13は、図3の演算処理によるエンジン始動時の作用説明図である。

図14は、図3の演算処理によるエンジン始動時の作用説明図である。

10

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について説明する。

図1は、例えばオートバイ用のエンジン及びその制御装置の一例を示す概略構成である。このエンジン1は、比較的小排気量の単気筒4サイクルエンジンであり、シリ  
15 ンダボディ2、クランクシャフト3、ピストン4、燃焼室5、吸気管6、吸気バルブ7、排気  
管8、排気バルブ9、点火コイル10、点火コイル11を備えている。また、吸気管6内  
には、スロットル開度に応じて開閉されるスロットルバルブ12が設けられ、このスロ  
ットルバルブ12の下流側の吸気管6に、燃料噴射装置としてのインジェクタ13が設け  
られている。このインジェクタ13は、燃料タンク19内に配設されているフィルタ18、  
20 燃料ポンプ17、圧力制御バルブ16に接続されている。

このエンジン1の運転状態は、エンジンコントロールユニット15によって制御される。  
そして、このエンジンコントロールユニット15の制御入力、つまりエンジン1の運転状  
態を検出する手段として、クランクシャフト3の回転角度、つまり位相を検出するた  
めのクランク角度センサ20、シリンダボディ2の温度又は冷却水温度、即ちエンジン本  
25 体の温度を検出する冷却水温度センサ21、排気管8内の空燃比を検出する排気空  
燃比センサ22、吸気管6内の吸気圧力を検出するための吸気圧力センサ24、吸気  
管6内の温度、即ち吸気温度を検出する吸気温度センサ25が設けられている。そし  
て、前記エンジンコントロールユニット15は、これらのセンサの検出信号を入力し、前  
記燃料ポンプ17、圧力制御バルブ16、インジェクタ13、点火コイル11に制御信号

を出力する。

ここで、前記クランク角度センサ20から出力されるクランク角度信号の原理について説明する。本実施形態では、図2aに示すように、クランクシャフト3の外周に、略等間隔で複数の歯23を突設し、その接近を磁気センサ等のクランク角度センサ20で  
5 検出して、適宜電氣的処理を施してパルス信号を送出する。各歯23間の周方向へのピッチは、クランクシャフト3の位相(回転角度)にして $30^{\circ}$ であり、各歯23の周方向への幅は、クランクシャフト3の位相(回転角度)にして $10^{\circ}$ としている。但し、一箇所だけ、このピッチに従っておらず、その他の歯23のピッチに対して二倍のピッチになっている箇所がある。それは、図2aに二点鎖線で示すように、本来、歯のある部分に歯がない、特殊な設定になっており、この部分が不等間隔に相当する。以下、この部分を歯抜け部とも記す。

従って、クランクシャフト3が等速回転しているときの各歯23のパルス信号列は図2bのように表れる。そして、図2aは圧縮上死点時の状態を示している(排気上死点も形態としては同じである)が、この圧縮上死点時の直前のパルス信号を図示“0”と  
、その次のパルス信号に図示“1”、次のパルス信号に図示“2”、といった順で図示  
、  
までナンバリング(番号付け)する。この図示“4”のパルス信号に相当する歯23  
の次は歯抜け部なので、それを、あたかも歯が存在すると考えて1歯余分にカウントし、次の歯23のパルス信号には図示“6”とナンバリングする。これを繰り返してゆくと、今度は図示“16”のパルス信号の次に歯抜け部が接近するので、前述と同様に  
20 1歯余分にカウントし、次の歯23のパルス信号には図示“18”とナンバリングする。  
クランクシャフト3が二回転すると、4つの行程のサイクルが全て完了するので、図示  
“23”までナンバリングが済んだら、次の歯23のパルス信号には再び図示“0”とナンバリングする。原則的に、この図示“0”とナンバリングされた歯23のパルス信号の直後が圧縮上死点になっているはずである。このように、検出されたパルス信号列、  
25 又はその単体のパルス信号をクランクパルスと定義する。そして、このクランクパルスに基づいて、後述のようにして行程検出を行うと、クランクタイミングを検出することができる。なお、前記歯23は、クランクシャフト3と同期回転する部材の外周に設けても、全く同じである。

一方、前記エンジンコントロールユニット15は、図示されないマイクロコンピュータ

などによって構成されている。図3は、このエンジンコントロールユニット15内のマイクロコンピュータで行われるエンジン制御演算処理の実施形態を示すブロック図である。この演算処理では、前記クランク角度信号からエンジン回転数を算出するエンジン回転数算出部26と、同じくクランク角度信号及び前記吸気圧力信号及び前記エンジン回転数算出部26で算出されたエンジン回転数からクランクタイミング情報、即ち行程状態を検出するクランクタイミング検出部27と、前記エンジン回転数算出部26で算出されたエンジン回転数を読み、前記クランクタイミング検出部27に対して行程検出許可情報を出力すると共に、当該クランクタイミング検出部27による行程検出情報を取込んで出力する行程検出許可部29と、前記クランクタイミング検出部27で検出されたクランクタイミング情報を読み、前記吸気温度信号及び前記冷却水温度(エンジン温度)信号及び前記吸気管圧信号及び前記エンジン回転数算出部26で算出されたエンジン回転数からシリンダ内空気質量(吸入空気量)を算出するシリンダ内空気質量算出部28と、前記エンジン回転数算出部26で算出されたエンジン回転数及び前記吸気圧力信号から目標空燃比を算出する目標空燃比算出部33と、この目標空燃比算出部33で算出された目標空燃比及び前記吸気圧力信号及び前記シリンダ内空気質量算出部28で算出されたシリンダ内空気質量及び前記行程検出許可部29から出力された行程検出情報及び前記冷却水温度信号から燃料噴射量及び燃料噴射時期を算出する燃料噴射量算出部34と、前記クランクタイミング検出部27で検出されたクランクタイミング情報を読み、前記燃料噴射量算出部34で算出された燃料噴射量及び燃料噴射時期に応じた噴射パルスを前記インジェクタ13に向けて出力する噴射パルス出力部30と、前記エンジン回転数算出部26で算出されたエンジン回転数及び前記目標空燃比算出部33で設定された目標空燃比及び前記行程検出許可部29から出力された行程検出情報から点火時期を算出する点火時期算出部31と、前記クランクタイミング検出部27で検出されたクランクタイミング情報を読み、前記点火時期算出部31で設定された点火時期に応じた点火パルスを前記点火コイル11に向けて出力する点火パルス出力部32とを備えて構成される。

前記エンジン回転数算出部26は、前記クランク角度信号の時間変化率から、エンジンの出力軸であるクランクシャフトの回転速度をエンジン回転数として算出する。

具体的には、前記隣合う歯23間の位相を、対応するクランクパルス検出所要時間で除したエンジン回転数の瞬間値と、その移動平均値からなるエンジン回転数の平均値とを算出する。

- 前記行程検出許可部29は、図4に示す演算処理に従って、前記クランクタイミング  
5 検出部27に対する行程検出許可情報を出力する。前述のように、前記クランクパルスから行程を検出するには、最低、クランクシャフト二回転を要する。この間、前記歯抜け部を含むクランクパルスが安定していることが必要である。しかしながら、本実施形態のような比較的小排気量、単気筒のエンジンでは、始動時の、所謂クランク  
10 ング時には、エンジンの回転状態が安定しない。そこで、図4の演算処理によってエンジンの回転状態の判定を行い、行程検出を許可する。

この図4の演算処理は、例えば前記クランクパルスの入力をトリガとして実行される。なお、このフローチャートでは、特に通信のためのステップを設けていないが、演算処理によって得られた情報は随時記憶装置に更新記憶され、また演算処理に必要な情報やプログラムは随時記憶装置から読出される。

- 15 この演算処理では、まずステップS11で、前記エンジン回転数算出部26で算出された上死点及び下死点の瞬間エンジン回転数を読込む。

- 次にステップS12に移行して、前記ステップS11で読込んだ下死点での瞬間エンジン回転数と上死点での瞬間エンジン回転数との差が、初爆時相当の予め設定された初爆検出所定回転数以上であるか否かを判定し、当該瞬間エンジン回転数差  
20 が初爆検出所定回転数以上である場合にはステップS13に移行し、そうでない場合にはステップS14に移行する。

前記ステップS13では、初爆検出を出力してから前記ステップS14に移行する。

前記ステップS14では、前記エンジン回転数算出部26で算出されたエンジン回転数の平均値を読込む。

- 25 次にステップS15に移行して、前記ステップS14で読込んだエンジン回転数の平均値が、完爆時相当の予め設定された完爆検出所定回転数以上であるか否かを判定し、当該エンジン回転数の平均値が完爆検出所定回転数以上である場合にはステップS16に移行し、そうでない場合にはステップS17に移行する。

前記ステップS16では、完爆検出を出力してから前記ステップS17に移行する。



前記ステップS17では、前記ステップS13での初爆検出出力があったか否か、或いは前記ステップS16での完爆検出出力があったか否かを判定し、初爆検出出力又は完爆検出出力があった場合にはステップS18に移行し、そうでない場合にはステップS19に移行する。

- 5 前記ステップS18では、行程検出を許可する旨の情報を出力してからメインプログラムに復帰する。

また、前記ステップS19では、行程検出を許可しない旨の情報を出力してからメインプログラムに復帰する。

- 10 この演算処理によれば、エンジンの状態が初爆後であるか、又はエンジン回転数の平均値が完爆時相当の回転数以上となってから行程検出が許可されるので、クランクパルスが安定し、正確な行程検出が可能となる。

- 前記クランクタイミング検出部27は、前述した特開平10-227252号公報に記載される行程判別装置と同様に吸気圧力変動から行程を検出すると共にエンジン回転数変動からも行程を検出し、その行程状態に関する情報をクランクタイミング情報として出力する。ここで、吸気圧力変動から行程を検出する原理について説明する。即ち、4ストロークエンジンにおいて、クランクシャフトとカムシャフトとは所定の位相差で常時回転し続けているから、例えば図5に示すようにクランクパルスが読込まれているとき、前述した歯抜け部から四番目の図示“9”又は“21”のクランクパルスは排気行程か又は圧縮行程の何れかである。周知のように、排気行程では排気バルブが開き、吸気バルブが閉じているので吸気圧力が高く、圧縮行程の初期は、未だ吸気バルブが開いているために吸気圧力が低く、若しくは吸気バルブが閉じていても、先行する吸気行程で吸気圧力が低くなっている。従って、吸気圧力が低いときの図示“21”のクランクパルスは圧縮行程にあることを示しており、図示“0”のクランクパルスが得られた直後が圧縮上死点になる。具体的には、二つの下死点間の吸気圧力差が負値の所定値以下ならば現在の下死点は吸気行程後の下死点であり、吸気圧力差が正值の所定値以上ならば現在の下死点は排気行程前の下死点である。このようにして、何れかの行程状態が検出できたら、この行程の間を、クランクシャフトの回転速度で補間すれば、現在の行程状態を更に細かく検出することができる。
- 15
- 20
- 25

同様に、エンジン回転数の瞬間値に着目すると、吸気、圧縮、膨張(爆発)、排気行

- 程のうち、膨張行程が最もエンジン回転数が大きく、排気、吸気、圧縮行程の順にエンジン回転数が小さくなる。このエンジン回転数の変動と前記クランクパルスによるクランクシャフトの位相とを組み合わせれば、吸気圧力差と同様に行程を検出することができる。具体的には、上死点と下死点とのエンジン回転数差が負値の所定値以下
- 5    ならば現在の下死点は吸気行程後の下死点であり、上死点と下死点とのエンジン回転数差が正值の所定値以上ならば現在の下死点は排気行程前の下死点である。

- そこで、前記クランクタイミング検出部27では、図6に示す運転モード設定並びに行程検出のための演算処理を行う。この図6の演算処理は、例えば前記クランクパルスの入力をトリガとして実行される。なお、このフローチャートでは、特に通信のため
- 10    のステップを設けていないが、演算処理によって得られた情報は随時記憶装置に更新記憶され、また演算処理に必要な情報やプログラムは随時記憶装置から読出される。

- この演算処理では、まずステップS101で、設定されている運転モードが“4”であるか否かを判定し、運転モードが“4”である場合にはメインプログラムに復帰し、そうで
- 15    ない場合にはステップS102に移行する。

前記ステップS102では、設定されている運転モードが“3”であるか否かを判定し、運転モードが“3”である場合にはステップS114に移行し、そうでない場合にはステップS104に移行する。

- 前記ステップS104では、設定されている運転モードが“2”であるか否かを判定し、
- 20    運転モードが“2”である場合にはステップS105に移行し、そうでない場合にはステップS106に移行する。

前記ステップS106では、設定されている運転モードが“1”であるか否かを判定し、運転モードが“1”である場合にはステップS107に移行し、そうでない場合にはステップS108に移行する。

- 25    前記ステップS108では、運転モードを“0”に設定してからステップS109に移行する。

前記ステップS109では、所定時間内に所定値以上のクランクパルスを検出したか否かを判定し、所定時間内に所定値以上のクランクパルスを検出した場合にはステップS110に移行し、そうでない場合にはメインプログラムに復帰する。

前記ステップS110では、運転モードを“1”に設定してから前記ステップS107に移行する。

- 5 前記ステップS107では、前述した歯抜け部が検出されたか否かを判定し、歯抜け部が検出された場合にはステップS111に移行し、そうでない場合にはメインプログラムに復帰する。歯抜け部の判定については、前のクランクパルス幅を $T_1$ 、クランクパルスのオフ部の幅を $T_2$ 、次のクランクパルス幅を $T_3$ （何れも時間相当）としたとき、前記オフ部の幅 $T_2$ を前のクランクパルス幅 $T_1$ と次のクランクパルス幅 $T_3$ との平均値で除した値が所定値  $\alpha$  より大きいときに歯抜け部であると判定する。

- 10 前記ステップS111では、運転モードを“2”に設定してから前記ステップS105に移行する。

前記ステップS105では、歯抜け部を二度連続して検出したか否かを判定し、歯抜け部を二度連続して検出した場合にはステップS112に移行し、そうでない場合にはメインプログラムに復帰する。

- 15 前記ステップS112では、エンジンの初爆又は完爆を検出したか否かを判定し、初爆又は完爆を検出した場合にはステップS113に移行し、そうでない場合にはメインプログラムに復帰する。

前記ステップS113では、運転モードを“3”に設定してから前記ステップS114に移行する。

- 20 前記ステップS114では、前記クランクパルスの状態から、現在、下死点か否かを判定し、下死点である場合にはステップS115に移行し、そうでない場合にはステップS116に移行する。

前記ステップS115では、前回上死点とのエンジン回転数差  $\Delta N$ を算出してからステップS117に移行する。なお、エンジン回転数差  $\Delta N$ は現在のエンジン回転数から前回上死点のエンジン回転数を減じた値とする。

- 25 前記ステップS117では、前記ステップS115で算出されたエンジン回転数差  $\Delta N$ が予め設定された正值の排気行程前エンジン回転数差閾値  $\Delta N_{ex}$  以上であるか否かを判定し、当該エンジン回転数差  $\Delta N$ が排気行程前エンジン回転数差閾値  $\Delta N_{ex}$  以上である場合にはステップS118に移行し、そうでない場合にはステップS119に移行する。

前記ステップS119では、前記ステップS115で算出されたエンジン回転数差  $\Delta N$  が予め設定された負値の吸気行程後エンジン回転数差閾値  $\Delta N_N$  以下であるか否かを判定し、当該エンジン回転数差  $\Delta N$  が吸気行程後エンジン回転数差閾値  $\Delta N_N$  以下である場合には前記ステップS118に移行し、そうでない場合にはステップS120に移行する。

前記ステップS118では、前述のようにしてエンジン回転数差  $\Delta N$  による行程検出を行ってからステップS121に移行する。

前記ステップS121では、行程が検出されるまでの間、仮に設定した行程と前記ステップS118で検出された行程とが一致するか否かを判定し、仮の行程と検出された行程とが一致する場合にはステップS122に移行し、そうでない場合にはステップS123に移行する。

前記ステップS122では、エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ を“1”にセットしてからステップS124に移行する。

前記ステップS123では、前記エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ を“2”にセットしてから前記ステップS124に移行する。

前記ステップS124では、エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ をインクリメントしてからステップS125に移行する。

前記ステップS125では、前記エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“1”にセットされ且つ前記エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ が予め設定された所定値 $CNT_{N0}$ 以上であるか否かを判定し、当該エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“1”にセットされ且つエンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ が所定値 $CNT_{N0}$ 以上である場合にはステップS126に移行し、そうでない場合には前記ステップS116に移行する。

前記ステップS126では、エンジン回転数差による仮の行程検出が完了したものとし、前記ステップS116に移行する。

一方、前記ステップS120では、前記エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ を“0”にリセットしてからステップS127に移行する。

前記ステップS127では、前記エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ を“0”にクリアしてから前記ステップS116に移行する。

前記ステップS116では、前記クランクパルスの状態から、現在、下死点か否かを判定し、下死点である場合にはステップS128に移行し、そうでない場合にはステップS129に移行する。

5 前記ステップS128では、前回下死点との吸気圧力差  $\Delta P$  を算出してからステップS130に移行する。なお、吸気圧力差  $\Delta P$  は、現在の吸気圧力から前回下死点の吸気圧力を減じた値とする。

前記ステップS130では、前記ステップS128で算出された吸気圧力差  $\Delta P$  が予め設定された正值の排気行程前吸気圧力差閾値  $\Delta P_{ex}$  以上であるか否かを判定し、当該吸気圧力差  $\Delta P$  が排気行程前吸気圧力差閾値  $\Delta P_{ex}$  以上である場合にはステップS131に移行し、そうでない場合にはステップS132に移行する。

10 前記ステップS132では、前記ステップS128で算出された吸気圧力差  $\Delta P$  が予め設定された負値の吸気行程後吸気圧力差閾値  $\Delta P_{in}$  以下であるか否かを判定し、当該吸気圧力差  $\Delta P$  が吸気行程後吸気圧力差閾値  $\Delta P_{in}$  以下である場合には前記ステップS131に移行し、そうでない場合にはステップS133に移行する。

15 前記ステップS131では、前記吸気圧力差  $\Delta P$  による行程検出を行ってからステップS134に移行する。

前記ステップS134では、行程が検出されるまでの間、仮に設定した行程と前記ステップS131で検出された行程とが一致するか否かを判定し、仮の行程と検出された行程とが一致する場合にはステップS135に移行し、そうでない場合にはステップS136に移行する。

20 前記ステップS135では、吸気圧力差行程検出フラグ  $F_p$  を“1”にセットしてからステップS137に移行する。

前記ステップS136では、前記吸気圧力差行程検出フラグ  $F_p$  を“2”にセットしてから前記ステップS137に移行する。

25 前記ステップS137では、吸気圧力差行程検出カウンタ  $CNT_p$  をインクリメントしてからステップS138に移行する。

前記ステップS138では、前記吸気圧力差行程検出フラグ  $F_p$  が“1”にセットされ且つ前記吸気圧力差行程検出カウンタ  $CNT_p$  が予め設定された所定値  $CNT_{p0}$  以上であるか否かを判定し、当該吸気圧力差行程検出フラグ  $F_p$  が“1”にセットされ且つ吸

気圧力差行程検出カウンタ $CNT_p$ が所定値 $CNT_{p0}$ 以上である場合にはステップS139に移行し、そうでない場合には前記ステップS129に移行する。

前記ステップS139では、吸気圧力差による仮の行程検出が完了したものとし、前記ステップS129に移行する。

- 5 一方、前記ステップS133では、前記吸気圧力差行程検出フラグ $F_p$ を“0”にリセットしてからステップS140に移行する。

前記ステップS140では、前記吸気圧力差行程検出カウンタ $CNT_p$ を“0”にクリアしてから前記ステップS129に移行する。

- 10 前記ステップS129では、前記エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ が前記所定値 $CNT_{N0}$ 以上であるか、又は前記吸気圧力差行程検出カウンタ $CNT_p$ が前記所定値 $CNT_{p0}$ 以上であるかの何れかであるか否かを判定し、それらの何れかである場合にはステップS141に移行し、そうでない場合にはメインプログラムに復帰する。

- 15 前記ステップS141では、前記エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“1”にセットされ且つ前記吸気圧力差行程検出フラグ $F_p$ が“1”にセットされているか否かを判定し、双方のフラグが“1”にセットされている場合にはステップS142に移行し、そうでない場合にはステップS143に移行する。

- 20 前記ステップS143では、前記エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“2”にセットされ且つ前記吸気圧力差行程検出フラグ $F_p$ が“2”にセットされているか否かを判定し、双方のフラグが“2”にセットされている場合にはステップS144に移行し、そうでない場合にはステップS145に移行する。

前記ステップS142では、前述したように行程検出まで仮に設定されていた行程をそのまま真の行程とし、行程検出を完了してからステップS146に移行する。

- 25 一方、前記ステップS144では、前記仮の行程を $360^\circ$ 位相ずらして、つまりクランクシャフト一回転分ずらして真の行程とする、具体的には前述したクランクパルスを“12”変更してから前記ステップS146に移行する。

また、前記ステップS145では、フェールカウンタ $CNT_F$ をインクリメントしてからステップS146に移行する。

前記ステップS146では、前記フェールカウンタ $CNT_F$ が予め設定された所定値 $CNT_{F0}$ 以上であるか否かを判定し、当該フェールカウンタ $CNT_F$ が所定値 $CNT_{F0}$ 以上で

ある場合意はステップS148に移行し、そうでない場合には前記ステップS146に移行する。

前記ステップS146では、前記フェールカウンタ $CNT_F$ を“0”にクリアしてからステップS149に移行する。

- 5 前記ステップS149では、前記運転モードを“4”に設定してからメインプログラムに復帰する。

また、前記ステップS148では、所定のフェールセーフ処理を行ってからプログラムを終了する。このフェールセーフ処理では、例えば気筒毎に点火を次第に間引くとか、各気筒の点火を次第に遅角側に移行するとか、スロットルを、最初は速く、その後、  
10 ゆっくりと閉じるなどにより、エンジントルクを漸減することや、或いは異常表示を行うことなどが挙げられる。

- この演算処理によれば、例えばエンジンの回転始動時に、まずクランクパルスが所定時間内に所定値異常検出された時点で運転モードが“1”となり、次いで歯抜け部が検出された時点で運転モードが“2”となり、次いで歯抜け部が二度連続して検出  
15 され且つ前記行程検出許可部29により初爆又は完爆が検出されて行程検出が許可された時点で運転モードが“3”となる。そして、前述のように上死点と下死点のエンジン回転数差  $\Delta N$  が排気行程前エンジン回転数差閾値  $\Delta N_{EX}$  以上であるか、或いは吸気行程後エンジン回転数差閾値  $\Delta N_N$  以下であるかを判定してエンジン回転数差による行程検出が行われ、同時に下死点間の吸気圧力差  $\Delta P$  が排気行程前  
20 吸気圧力差閾値  $\Delta P_{EX}$  以上であるか、或いは吸気行程後吸気圧力差閾値  $\Delta P_N$  以下であるかを判定して吸気圧力差による行程検出が行われ、何れかの行程検出が所定値 $CNT_{N0}$ 、 $CNT_{P0}$  繰り返され、しかもそれまでの仮の行程と検出された行程とが一致したら、つまり行程検出フラグ $F_N$ 、 $F_P$ が“1”であつたら仮の行程検出が完了したものとする。

- 25 更に、前記エンジン回転数差  $\Delta N$  による行程検出が所定値 $CNT_{N0}$  以上繰り返されるか、若しくは吸気圧力差  $\Delta P$  による行程検出が所定値 $CNT_{P0}$  以上繰り返され、且つエンジン回転数差  $\Delta N$  による行程検出の結果、仮の行程と検出された行程とが同じ、つまり前記エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“1”であり、且つ吸気圧力差  $\Delta P$  による行程検出の結果、仮の行程と検出された行程とが同じ、つまり前記吸気

圧力差行程検出フラグ $F_p$ が“1”であるときには、仮の行程をそのまま真の行程として行程検出を完了し、運転モードを“4”とする。また、同じく前記エンジン回転数差  $\Delta NI$ による行程検出が所定値 $CNT_{N0}$ 以上繰り返されるか、若しくは吸気圧力差  $\Delta PI$ による行程検出が所定値 $CNT_{P0}$ 以上繰り返され、且つエンジン回転数差  $\Delta NI$ による行程検出の結果、仮の行程と検出された行程とが異なる、つまり前記エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“2”であり、且つ吸気圧力差  $\Delta PI$ による行程検出の結果、仮の行程と検出された行程とが異なる、つまり前記吸気圧力差行程検出フラグ $F_p$ が“2”であるときには、仮の行程を $360^\circ$ 位相ずらしして真の行程として行程検出を完了し、運転モードを“4”とする。なお、行程の位相ずらしには、前記クランクパルスのナンバリング変更を合わせて行う。

前記シリンダ内空気質量算出部28は、図7に示すように、前記吸気圧力信号及び前記エンジン回転数算出部26で算出されたエンジン回転数からシリンダ内空気質量を算出するための三次元マップを備えている。このシリンダ内空気質量の三次元マップは、例えば実際にエンジンを所定の回転数で回転させながら吸気圧力を変化させたときのシリンダ内空気質量を計測するだけでよく、比較的簡単にデータによって計測でき、従ってマップの作成は容易である。また、高度なエンジンチューニングがあれば、それを用いてマップを作成することも可能である。なお、シリンダ内空気質量は、エンジンの温度によって変化するので、前記冷却水温度(エンジン温度)信号を用いて補正してもよい。

前記目標空燃比算出部33は、図8に示すように、前記吸気圧力信号及び前記エンジン回転数算出部26で算出されたエンジン回転数から目標空燃比を算出するための三次元マップを備えている。この三次元マップは、或る程度まで机上でも設定することができる。空燃比は、一般にトルクと相関があり、空燃比が小さい、つまり燃料が多く且つ空気が少ないと、トルクが増す一方、効率は低下する。逆に、空燃比が大きい、つまり燃料が少なく且つ空気が多いと、トルクが減少するが、効率は向上する。空燃比が小さい状態をリッチ、空燃比が大きい状態をリーンと呼んでおり、最もリーンな状態は、所謂理想空燃比、或いはストイキオメトリックと呼ばれ、ガソリンが完全燃焼する空燃比、即ち14.7である。

エンジン回転数は、エンジンの運転状態であり、一般に高回転側で空燃比を大きく



し、低回転側で小さくする。これは、低回転側でトルクの応答性を高め、高回転側で回転状態の応答性を高めるためである。また、吸気圧力は、スロットル開度などのエンジン負荷状態であり、一般にエンジン負荷の大きい状態、つまりスロットル開度が大きく、吸気圧力も大きいときに空燃比を小さくし、エンジン負荷の小さい状態、つまりスロットル開度が小さく、吸気圧力も小さいときに空燃比を大きくする。これは、エンジン負荷が大きいときにトルクを重視し、エンジン負荷が小さいときに効率を重視するためである。

このように目標空燃比とは、物理的意味を把握しやすい数値であり、従って要求されるエンジンの出力特性に合わせて、目標空燃比を或る程度設定することが可能なのである。勿論、実車のエンジン出力特性に合わせて、チューニングを行ってもよいことはいうまでもない。

また、この目標空燃比算出部33は、前記吸気圧力信号からエンジンの運転状態の過渡期、具体的には加速状態や減速状態を検出し、それに合わせて目標空燃比を補正する過渡期補正部29を備えている。例えば図9に示すように、吸気圧力は、スロットル操作の結果でもあるから、吸気圧力が大きくなるときは、スロットルが開けられて加速が要求されている、即ち加速状態であることが分かる。そのような加速状態が検出されたら、それに合わせて、例えば前記目標空燃比を一時的にリッチ側に設定し、その後、本来の目標空燃比に戻す。目標空燃比への戻し方は、例えば過渡期でリッチ側に設定された空燃比と、本来の目標空燃比との重み付け平均の重み付け係数を次第に変化させるなど、既存の方法が利用できる。逆に、減速状態を検出したら、本来の目標空燃比よりリーン側に設定し、効率を重視するようにしてもよい。

前記燃料噴射量算出部34では、図10に示す演算処理に従って、エンジン始動時並びに通常運転時の燃料噴射量及び燃料噴射時期を算出設定する。この図10の演算処理は、例えば前記クランクパルスを入力をトリガとして実行される。なお、このフローチャートでは、特に通信のためのステップを設けていないが、演算処理によって得られた情報は随時記憶装置に更新記憶され、また演算処理に必要な情報やプログラムは随時記憶装置から読出される。

この演算処理では、まずステップS21で、前記行程検出許可部29から出力されている行程検出情報を読み込む。

次にステップS22に移行して、前記クランクタイミング検出部27による行程検出が未完了である(運転モード“3”)か否かを判定し、行程検出未完了である場合にはステップS23に移行し、そうでない場合にはステップS24に移行する。

- 5 前記ステップS23では、燃料噴射回数カウンタnが“0”であるか否かを判定し、当該燃料噴射回数カウンタnが“0”である場合にはステップS25に移行し、そうでない場合にはステップS26に移行する。

前記ステップS25では、これからの燃料噴射がエンジン始動開始から3回目以降の燃料噴射であるか否かを判定し、3回目以降の燃料噴射である場合にはステップS27に移行し、そうでない場合にはステップS28に移行する。

- 10 前記ステップS27では、クランクシャフト2回転間において、予め設定された所定クランク角度、本実施例では前記図2、図5の図示“6”又は図示“18”のクランクパルスでの吸気圧力を、例えば図示されない吸気圧力記憶部から読み込み、両者の吸気圧力差を算出してからステップS29に移行する。

- 15 前記ステップS29では、前記ステップS28で算出された吸気圧力差が、例えば行程を或る程度までできる程度の所定値以上であるか否かを判定し、当該吸気圧力差が所定値以上である場合にはステップS30に移行し、そうでない場合には前記ステップS28に移行する。

- 20 前記ステップS30では、前記ステップS27で読み込まれたクランクシャフト2回転間における所定クランク角度での吸気圧力のうち、何れか小さい方の吸気圧力に基づいて総燃料噴射量を算出してからステップS31に移行する。

- 一方、前記ステップS28では、前記冷却水温度、つまりエンジン温度を読み込み、例えば冷却水温度が低いほど燃料噴射量を多くするなど、冷却水温度に応じた総燃料噴射量を算出してから前記ステップS31に移行する。このステップS28或いは前記ステップS30で算出する総燃料噴射量とは、本来、1サイクル、つまりクランクシャフト2回転に一回、吸気行程の前に噴射すればよい燃料噴射量を意味している。従って、行程が既に検出され、吸気行程前に冷却水温度対応燃料噴射量を1回だけ噴射すれば、エンジンは冷却水温度、即ちエンジン温度に応じて適切に回転する。

- 25 前記ステップS31では、前記ステップS30で設定された総燃料噴射量の半分を今回の燃料噴射量に設定すると共に、各回転毎、つまりクランクシャフト一回転毎に、

所定のクランク角度、本実施形態では前記図2、図5の図示“10”又は図示“22”のクランクパルス立下がり時を燃料噴射時期に設定してからステップS32に移行する。

前記ステップS32では、前記燃料噴射回数カウンタ“1”としてからメインプログラムに復帰する。

- 5     一方、前記ステップS24では、前回の燃料噴射が吸気行程の直前か否かを判定し、前回の燃料噴射が吸気行程の直前である場合にはステップS33に移行し、そうでない場合にはステップS26に移行する。

前記ステップS26では、前回の燃料噴射量を今回の燃料噴射量に設定すると共に、前記ステップS31と同様に、各回転毎、つまりクランクシャフト一回転毎に、所定のク

- 10    ランク角度を燃料噴射時期に設定してからステップS34に移行する。

前記ステップS34では、前記燃料噴射回数カウンタ“0”としてからメインプログラムに復帰する。

また、前記ステップS33では、目標空燃比、シリンダ内空気質量、吸気圧力に応じた通常運転時の燃料噴射量及び燃料噴射時期を設定してからステップS35に移行

- 15    する。具体的には、例えば前記シリンダ内空気質量算出部28で算出されたシリンダ内空気質量を前記目標空燃比算出部33で算出された目標空燃比で除すことで、シリンダ内必要燃料質量を得ることができるので、これに例えばインジェクタ13の流量特性を乗じて燃料噴射時間を求めることができ、これから燃料噴射量及び燃料噴射時期を算出することができる。

- 20    前記ステップS34では、前記燃料噴射回数カウンタ“0”としてからメインプログラムに復帰する。

この演算処理では、前記クランクタイミング検出部27による行程検出が未完了であるとき(運転モード“3”)には、本来、1サイクルに一回、吸気行程の前に噴射すればエンジンを適切に回転させることができる総燃料噴射量の半分を、クランクシャフト

- 25    一回転毎の一度、所定のクランク角度で噴射することにより、後述するように、エンジンの始動時、クランキング開始から最初の吸気行程では、必要な燃料の半分しか吸気されない可能性があるが、圧縮上死点又はその近傍で点火すれば、弱いながらも、確実に爆発を得てエンジンを始動することが可能となる。勿論、クランキング開始から最初の吸気行程で必要な燃料が吸気される場合、つまりクランクシャフト一回転毎

に一度噴射された燃料を二回分吸気することができた場合には、十分な爆発力を得て確実にエンジンを始動することが可能である。

また、行程が検出された場合であっても、前回の燃料噴射が吸気行程の直前でない場合、例えば排気行程以前である場合には、未だ、前記必要な燃料噴射量の半分しか、噴射されていないので、もう一度、前回と同じ燃料噴射量を噴射するようにすることで、次の吸気行程には必要な燃料が吸気され、十分な爆発力を得てエンジンを運転することができる。

更に、前記行程検出が未完了であるとき、クランクシャフト2回転間における予め設定された所定クランク角度、具体的には前記図2、図5の図示“6”又は図示“18”のクランクパルスでの吸気圧力、つまり吸気行程か若しくは膨張行程の吸気圧力を読み込み、両者の吸気圧力差を算出する。前述のように、スロットルバルブがいきなり大きく開かれていなければ、吸気行程の吸気圧力と膨張行程の吸気圧力とでは相応の圧力差があるので、前記算出された吸気圧力差が、前記行程検出可能な程度の所定値以上であるときには、そのうちの何れか小さい方の吸気圧力が吸気行程の吸気圧力であるとし、その吸気圧力、即ち或る程度スロットル開度に応じた吸気圧力に応じて総燃料噴射量を設定することにより、スロットル開度に応じたエンジン回転上昇を得ることが可能となる。

一方、前記クランクシャフト2回転間における所定クランク角度での吸気圧力差が所定値未満か、若しくは始動開始直後の燃料噴射時には、冷却水温度、即ちエンジン温度に応じた総燃料噴射量を設定することにより、少なくともフリクションに抗して確実にエンジンを回転始動させることが可能となる。

なお、本実施形態では、前記図10の演算処理に先立って、前述した運転モード“1”でクランクパルスに仮番号がナンバリングされた時点で、クランクパルスとは非同期に一定量の燃料を噴射する始動時非同期噴射が行われる。

前記点火時期算出部31では、図11に示す演算処理に従って、エンジン始動時並びに通常運転時の点火時期を算出設定する。この図11の演算処理は、前記クランクパルスの入力をトリガとして実行される。なお、このフローチャートでは、特に通信のためのステップを設けていないが、演算処理によって得られた情報は随時記憶装置に更新記憶され、また演算処理に必要な情報やプログラムは随時記憶装置から

読出される。

この演算処理では、まずステップS41で、前記行程検出許可部29から出力されている行程検出情報を読み込む。

- 次にステップS42に移行して、前記クランクタイミング検出部27による行程検出が  
5 未完了である(運転モード“3”)か否かを判定し、行程検出未完了である場合にはステップS47に移行し、そうでない場合にはステップS44に移行する。

- 前記ステップS47では、例えばエンジン始動時、クランキング開始から初爆による爆発力を得る以前であって、エンジン回転数が低く、不安定であるとして始動初期点火時期をクランクシャフト1回転毎に、上死点(圧縮、排気を問わない)、即ち前記図2  
10 又は図5の図示“0”又は図示“12”のクランクパルス立下がり時±クランクシャフト回転角度10° に設定してからメインプログラムに復帰する。なお、±クランクシャフト回転角度10° とは、電氣的、或いは機械的な応答性を加味したもので、実質的には前記図2又は図5の図示“0”又は図示“12”のクランクパルス立下がりと同時に点火を行う。

- 15 前記ステップS44では、前記エンジン回転数の平均値が所定値以上か否か、当該エンジン回転数の平均値が所定値以上である場合にはステップS48に移行し、そうでない場合には前記ステップS46に移行する。

- 前記ステップS46では、例えばエンジン始動時、初爆による爆発力を得た以後であって、エンジン回転数が或る程度高い(しかしエンジン回転数は安定していない)として始動後期点火時期を1サイクルに一回、圧縮上死点前、進角側10°、即ち図12  
20 の図示“0”のクランクパルス立上がり時±クランクシャフト回転角度10° に設定してからメインプログラムに復帰する。なお、±クランクシャフト回転角度10° とは、電氣的、或いは機械的な応答性を加味したもので、実質的には前記図2又は図5の図示“0”又は図示“12”のクランクパルス立上がりと同時に点火を行う。

- 25 前記ステップS48では、行程1サイクルに一回の通常点火時期設定を行ってからメインプログラムに復帰する。例えば、一般に、通常の点火では、上死点よりも少し進角側で最もトルクフルになるから、その点火時期を中心として、吸気圧力に反映される運転者の加速意思に応じて点火時期を調整するようにする。

この演算処理では、行程検出未完了の初爆以前のクランキング開始時、即ち始動

- 初期には、前記クランクシャフト1回転毎の燃料噴射と合わせて、確実にエンジンを回転始動させるためにクランクシャフト1回転毎に上死点近傍を点火時期としてエンジンの逆回転を防止する。また、行程が検出されてからも、エンジン回転数が所定値以上となるまでは、比較的トルクフルな圧縮上死点前、進角側10°近傍を始動後期
- 5 点火時期に設定することにより、エンジン回転数を高めに安定させる。

- このように本実施形態では、吸気圧力及びエンジンの運転状態から、予め記憶されたシリンダ内空気質量三次元マップに従って、シリンダ内空気質量を算出すると共に、当該吸気圧力及びエンジンの運転状態から、予め記憶された目標空燃比マップに従って、目標空燃比を算出し、シリンダ内空気質量を目標空燃比で除すことにより、
- 10 燃料噴射量を算出することができるので、制御を容易且つ正確なものとすると共に、シリンダ内空気質量マップは計測し易く、目標空燃比マップは設定し易いため、マップ作成が容易になる。また、エンジン負荷を検出するためのスロットル開度センサやスロットルポジションセンサなどのスロットルセンサが不要である。

- また、吸気圧力から加速状態や減速状態などの過渡期であることを検出し、目標
- 15 空燃比を補正することにより、加速時や減速時でのエンジンの出力特性を、単に目標空燃比マップに従って設定されるものから、運転者が要求するもの或いは運転者の感覚に近いものに変更することができる。

- また、クランクシャフトの位相からエンジンの回転数を検出することにより、エンジン回転数を容易に検出できると共に、例えばカムセンサに代えてクランク
- 20 シャフトの位相から行程状態を検出するようにすれば、高価で大がかりなカムセンサをなくすることができる。

- このようにカムセンサを用いない本実施形態では、クランクシャフトの位相や行程検出が重要である。しかしながら、クランクパルスと吸気圧力とだけから行程検出を行う本実施形態では、最低でも、クランクシャフトが二回転しないと行程を検出することができない。ところが、エンジンが停止されるのは、どの行程か、分らない。つまり、どの行程からクランキングが開始されるかは、分らないのである。そこで、本実施形態では、クランキング開始から行程が検出されるまでの間、前記クランクパルスを用いて、クランクシャフト1回転毎に所定クランク角度で燃料噴射すると共に同じくクランクシャフト1回転毎に圧縮上死点近傍で点火を行う。また、行程が検出されて
- 25

からは、スロットル開度に応じた目標空燃比を達成可能な燃料噴射を、1サイクルに一回行うが、エンジン回転数が所定値以上となるまでは、前記クランクパルスを用いて、トルクの出易い圧縮上死点前、進角側 $10^\circ$  近傍で点火を行う。

5      このように、本実施形態では、行程が検出されるまでは、クランクシャフト1回転毎に所定クランク角度で燃料噴射すると共に同じくクランクシャフト1回転毎に圧縮上死点近傍で点火を行うことにより、弱くても、確実な初爆を得ることができると共に、エンジンの逆回転を防止することができる。つまり、初爆が得られる以前に、圧縮上死点よりも進角側で点火を行うと、エンジンが逆回転する恐れがあるのである。また、行程が検出されてからは、1サイクルの一回、燃料噴射と点火を行う。この点火に際しては、圧縮上死点前、進角側 $10^\circ$  近傍で行うことにより、エンジン回転数を速やかに立ち上げることができる。

もし、行程検出前に、1サイクルに一回、つまりクランクシャフト2回転に一回、燃料噴射と点火を行うと、燃料噴射が吸気後であったり、点火が圧縮上死点でなかったりしたときに、確実な初爆が得られない。つまり、エンジンが滑らかに始動する場合と始動しない場合とが発生する。また、行程検出後に、クランクシャフトの1回転に一回、燃料噴射を行うと、エンジン回転数の使用領域が高い二輪車両では、燃料を噴射し続けなければならなくなって、インジェクタのダイナミックレンジが規制されてしまう。また、行程検出後も、クランクシャフトの1回転に一回、点火し続けるのは、エネルギーの無駄である。

20      また、エンジン回転数差による行程検出と吸気圧力差による行程検出とを同時に行い、双方の行程検出結果が同じであるときに行程検出を完了するようにしたため、信頼性の低さを互いに補い合い、信頼性の高い行程検出が可能となる。

図13は、排気上死点からセルモータによってエンジン回転始動したときのクランクパルス(番号だけを記載)、運転モード、噴射パルス、点火パルス、吸気圧力、エンジン回転数の経時変化を示したものである。また、このシミュレーションの前記各行程検出カウンタ $CNT_N$ 、 $CNT_P$ のカウントアップ所定値 $CNT_{N0}$ 、 $CNT_{P0}$ は“2”とする。回転開始直後のクランクパルス番号は、単なるカウント値であり、本実施形態では、クランクパルスを5つ検出した時点で運転モード“1”とする。運転モードが“1”になったら、クランクパルスには、仮番号“仮0、仮1、…”をナンバリングし、歯抜け部が検出

された時点で運転モードが“2”となる。運転モードが“2”となったら、歯抜け部の次のクランクパルスを“6”とナンバリングする。前述のようにクランクパルス番号“6”は、爆発後の下死点に付けるべき番号であるが、ここでは未だ行程が検出されていないので、このナンバリングが仮の行程ということになる。本実施形態では、排気上死点からエンジンを回転始動するため、この最初のクランクパルス番号“6”のナンバリングは間違っている。また、歯抜け部が二回連続して検出され且つ初爆又は完爆を検出したら運転モードを“3”とする。

一方、本実施形態では、前述のように運転モード“1”のときにクランクパルスに仮番号がナンバリングされたら、前述した始動時非同期噴射によって一定量の燃料が噴射される。また、前述の燃料噴射量及び燃料噴射時期設定の演算処理により、行程が未検出のとき(運転モード“2”又は“3”)にはクランクシャフト一回転に一度、所定のクランク角度で、具体的にはクランクパルス番号“7”又は“19”のときに、1サイクルに必要な燃料量の半分ずつを噴射する。また、前記点火時期設定の演算処理により、行程検出が完了されていないとき(運転モード“2”又は“3”)にはクランクシャフト一回転に一度、所定のクランク角度で、具体的にはクランクパルス番号“12”のときに点火されるように点火パルスを発生する(具体的には点火パルス発生タイミングが下がる時に点火する)。従って、前記始動時非同期噴射による燃料がクランクシャフト一回転目の吸気行程で燃焼室内に吸入され、次の圧縮上死点での点火によって初爆し、これによりエンジンが回転始動する。これにより、エンジン回転数は前記行程検出許可所定回転数以上となり、行程検出が許可される。但し、未だエンジンの回転は不安定であり、安定したアイドリング状態には至っていない。

前記運転モードが“3”に設定されて以後、各下死点でエンジン回転数差  $\Delta N$  による行程検出と吸気圧力差  $\Delta P$  による行程検出とが行われるが、エンジン回転数も吸気圧力も不安定なため、なかなか行程を検出できない。その後、三回目の下死点でエンジン回転数差  $\Delta N$  が前記吸気行程後エンジン回転数差閾値  $\Delta N_N$  以下となり、仮の行程と検出された行程とが異なるためにエンジン回転数差行程検出フラグ  $F_N$  は“2”にセットされ、エンジン回転数差行程検出カウンタ  $CNT_N$  が“1”にインクリメントされる。そして、次の四回目の下死点でもエンジン回転数差  $\Delta N$  が前記排気行程前エンジン回転数差閾値  $\Delta N_N$  以下となり、仮の行程と検出された行程とが異なるため



にエンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“2”にセットされたままとなり、エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ は“2”にインクリメントされ、カウントアップする。同時に、この四回目の下死点で、吸気圧力差 $\Delta P$ が前記排気行程前吸気圧力差閾値 $\Delta P_{ex}$ 以上となり、仮の行程と検出された行程とが異なるために吸気圧力差行程検出フラグ $F_p$ は“2”にセットされ、吸気圧力差行程検出カウンタ $CNT_p$ が“1”にインクリメントされる。この結果、運転モードが“4”に設定され、クランクパルスのナンバリングを $360^\circ$ 位相ずらしして真の行程が検出され、行程検出が完了する。

これに対し、図14は、圧縮上死点からエンジンを回転始動したときのクランクパルス(ナンバリング)、運転モード、噴射パルス、点火パルス、吸気圧力、エンジン回転数の経時変化を示したものである。回転開始直後のナンバリングや運転モードの設定、或いは燃料噴射量及び燃料噴射時期設定や点火時期設定は、前記図12と同様である。なお、運転モードが“2”となった後の、歯抜け部の次のクランクパルス“6”は爆発後の下死点であるので、仮の行程と真の行程とは一致している。また、このシミュレーションでは、圧縮上死点からエンジン回転始動しているので、前記始動時非同期噴射による燃料及びクランクシャフト二回転目の吸気行程で燃焼室内に吸入され、クランクシャフト三回転目の圧縮上死点での点火によって初爆し、これによりエンジンが回転始動する。また、それより以前に、セルモータによって回転始動されるエンジン回転数は前記行程検出許可所定回転数以上となり、行程検出が許可される。但し、未だエンジンの回転は不安定であり、安定したアイドル状態には至っていない。

このシミュレーションでも、運転モードが“3”に設定されて以後、各下死点でエンジン回転数差 $\Delta N$ による行程検出と吸気圧力差 $\Delta P$ による行程検出とが行われる。このシミュレーションでは、運転モード“3”設定後、最初の下死点でエンジン回転数差 $\Delta N$ が前記排気行程前エンジン回転数差閾値 $\Delta N_{ex}$ 以上となり、仮の行程と検出された行程とが一致しているためにエンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“1”にセットされ、エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ が“1”にインクリメントされる。そして、次の二回目の下死点でもエンジン回転数差 $\Delta N$ が前記吸気行程後エンジン回転数差閾値 $\Delta N_N$ 以下となり、仮の行程と検出された行程とが一致しているためにエンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“1”にセットされたままとなり、エンジン回転数差行

行程検出カウンタ $CNT_N$ は“2”にインクリメントされ、カウントアップする。すると、エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“1”にセットされた状態でエンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ がカウントアップしたため、仮の行程検出が完了したものとする。

- 5      その後の下死点でも、エンジン回転数差  $\Delta N$ が前記排気行程前エンジン回転数差  
閾値  $\Delta N_{ex}$  以上となり、仮の行程と検出された行程とが一致しているためにエンジン  
回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“1”にセットされたままとなり、エンジン回転数差行程  
検出カウンタ $CNT_N$ が“3”にインクリメントされ、次の下死点でもエンジン回転数差  $\Delta$   
 $N$ が前記吸気行程後エンジン回転数差閾値  $\Delta N_N$  以下となり、仮の行程と検出され  
10      た行程とが一致しているためにエンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“1”にセットさ  
れたままとなり、エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ は“4”にインクリメントされ  
る。同時に、この下死点で、吸気圧力差  $\Delta P$ が前記吸気行程後吸気圧力差閾値  $\Delta$   
 $P_N$  以下となり、仮の行程と検出された行程とが一致しているために吸気圧力差行程  
検出フラグ $F_p$ は“1”にセットされ、吸気圧力差行程検出カウンタ $CNT_p$ が“1”にイン  
15      クリメントされる。この結果、運転モードが“4”に設定され、クランクパルスのナンバリン  
グをそのまま継続して、行程が検出され、行程検出が完了する。

なお、前記実施形態は、吸気管内噴射型エンジンについて詳述したが、本発明  
のエンジン制御装置は、気筒内噴射型エンジン、所謂直噴型エンジンにも同様に展  
開できる。

- 20      また、前記実施形態では、単気筒エンジンについて詳述したが、本発明のエンジン  
制御装置は、気筒数が2気筒以上の、所謂マルチシリンダ型エンジンについても同  
様に展開できる。

また、エンジンコントロールユニットは、マイクロコンピュータに代えて各種の演算回  
路で代用することも可能である。

## 25      産業上の利用の可能性

以上説明したように、本発明のエンジン制御装置によれば、吸気圧力の変動か  
ら行程を検出すると共にエンジン回転数の変動からも行程を検出し、夫々の検出さ  
れた行程が一致したときに行程検出を完了する構成としたため、エンジンの運転状  
態に応じて行程検出方法を選択する面倒がなく、信頼性の低さを互いに補うことが

できるので、検出された行程の信頼性も高い。

## 請求の範囲

1. クランクシャフトの位相を検出するクランクシャフト位相検出手段と、エンジンの吸気管内の吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、少なくとも前記クランクシャフト位相検出手段で検出されたクランクシャフトの位相に基づいてエンジンの行程を検出する行程検出手段と、前記行程検出手段で検出されたエンジンの行程及び前記吸気圧力検出手段で検出された吸気圧力に基づいてエンジンの運転状態を制御するエンジン制御手段と、エンジンの回転数を検出するエンジン回転数検出手段とを備え、前記行程検出手段は、前記吸気圧力検出手段で検出された吸気圧力の変動から行程を検出すると共に前記エンジン回転数検出手段で検出されたエンジン回転数の変動から行程を検出し、夫々の検出された行程が一致したときに行程検出を完了することを特徴とするエンジン制御装置。

図 1

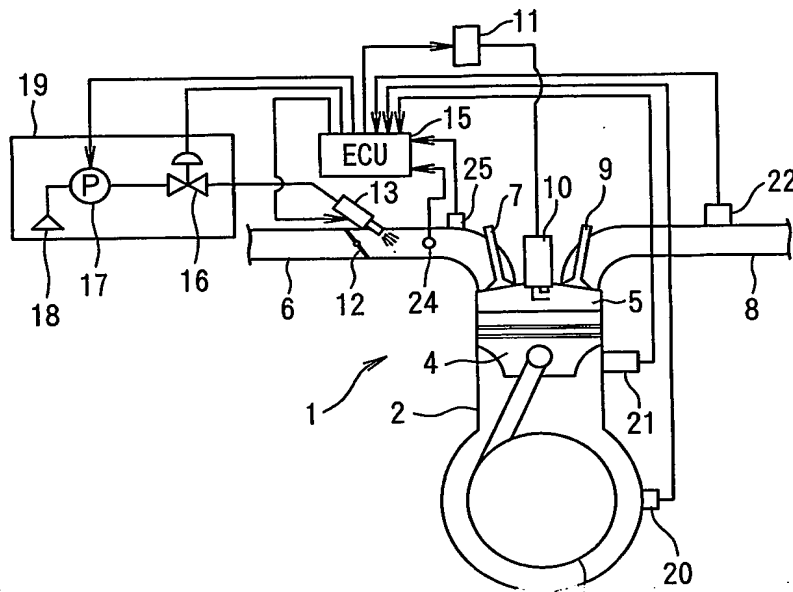
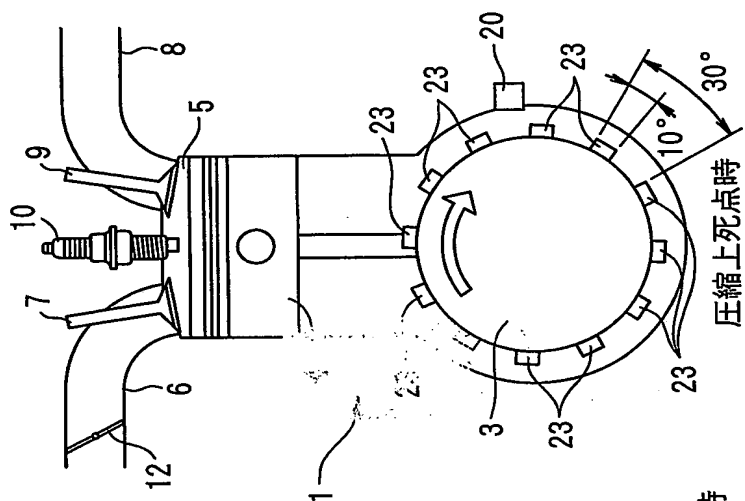
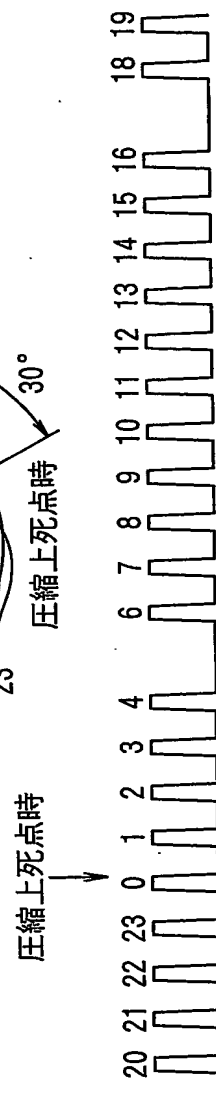


図 2



(a)



(१)

壓縮行程	膨脹行程	排氣行程	吸氣行程	壓縮行程
------	------	------	------	------

図 3

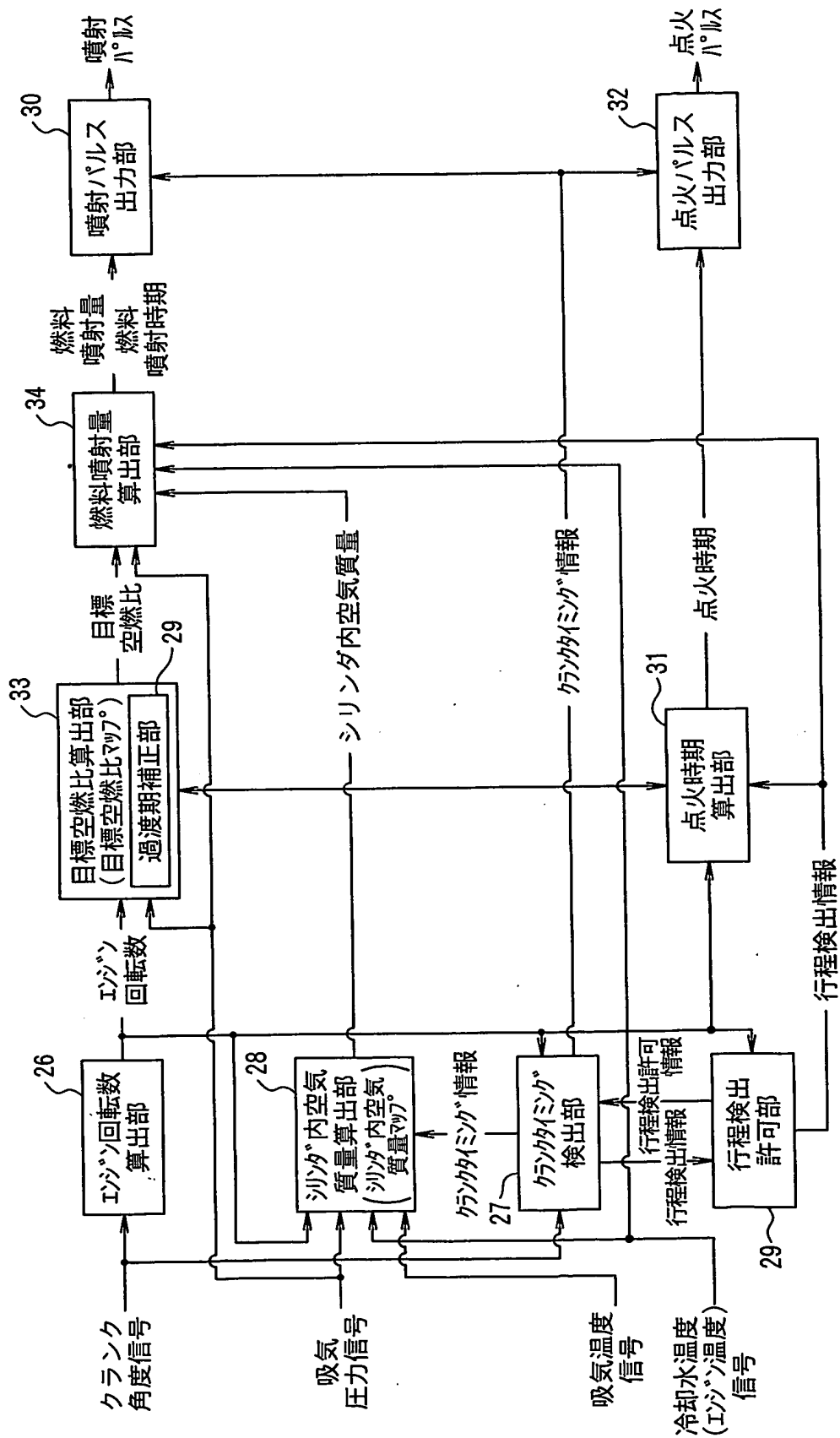


図 4

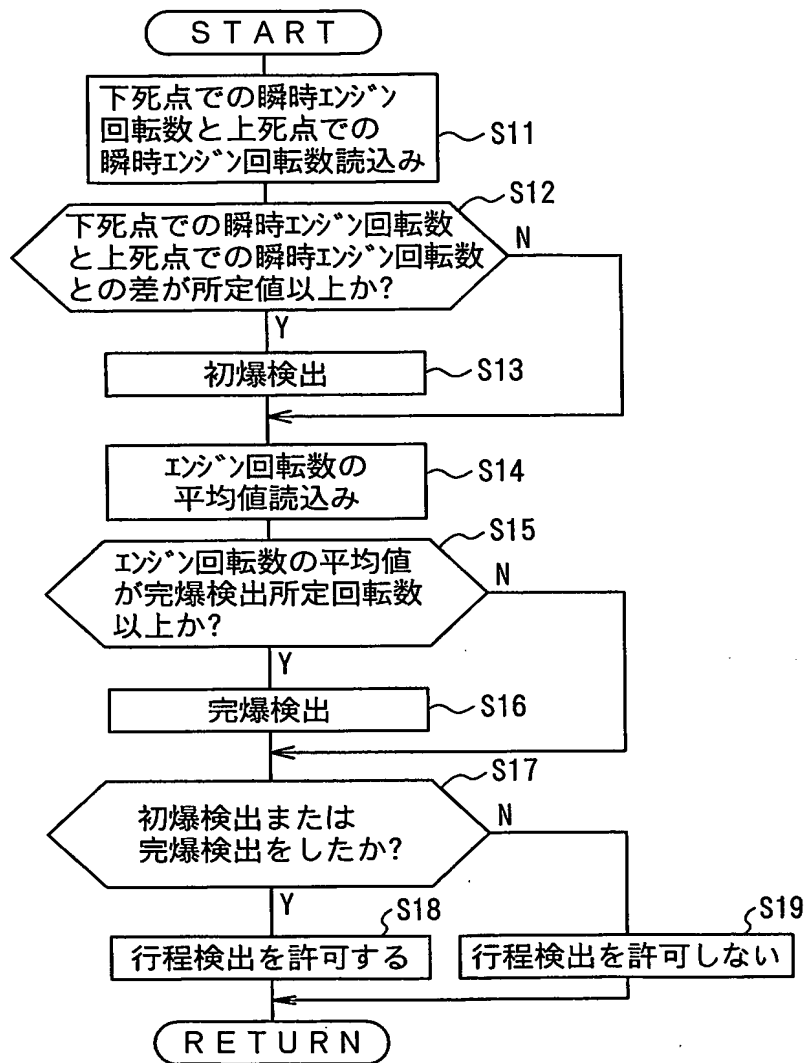




図 5

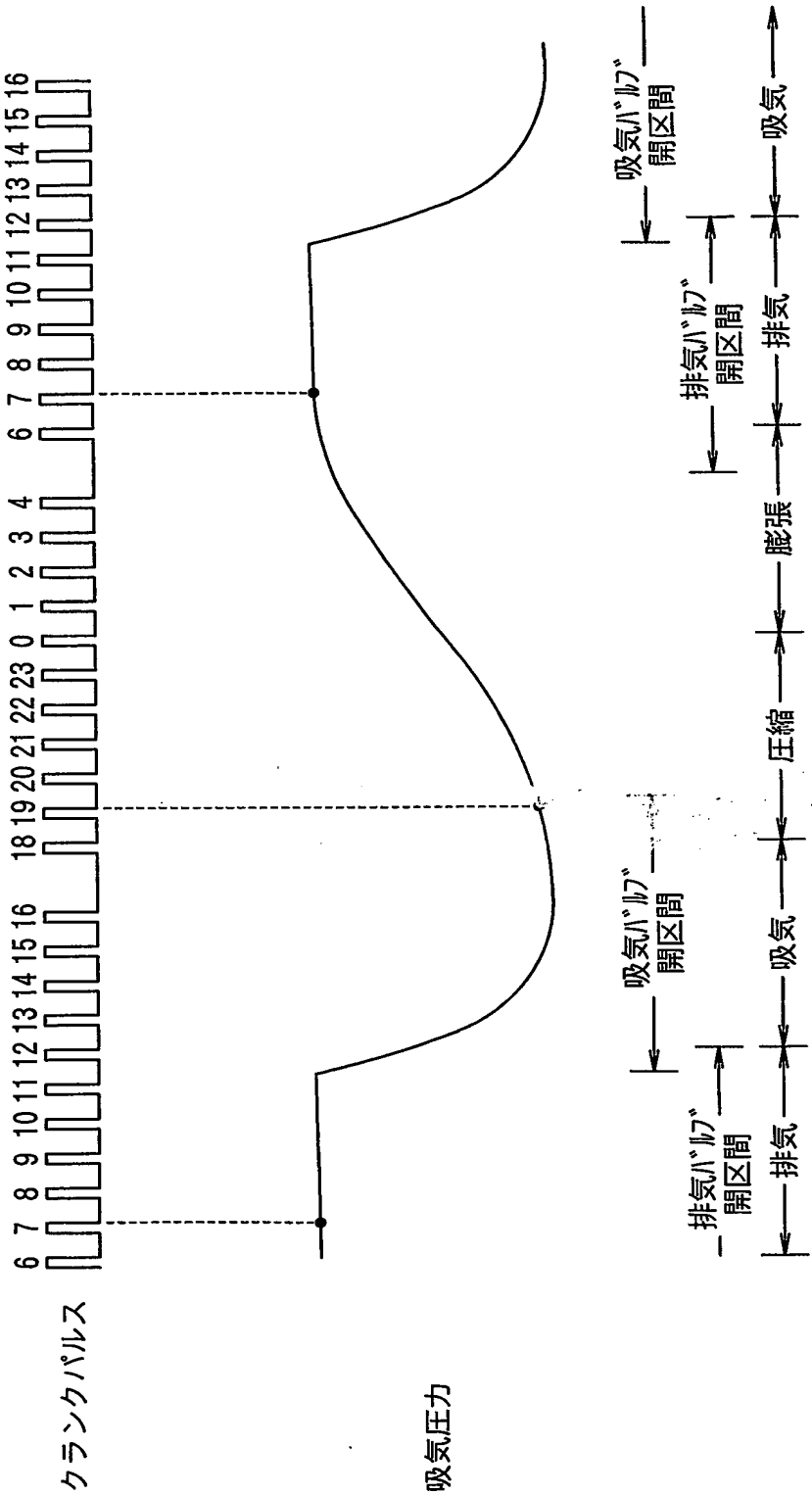


図 6

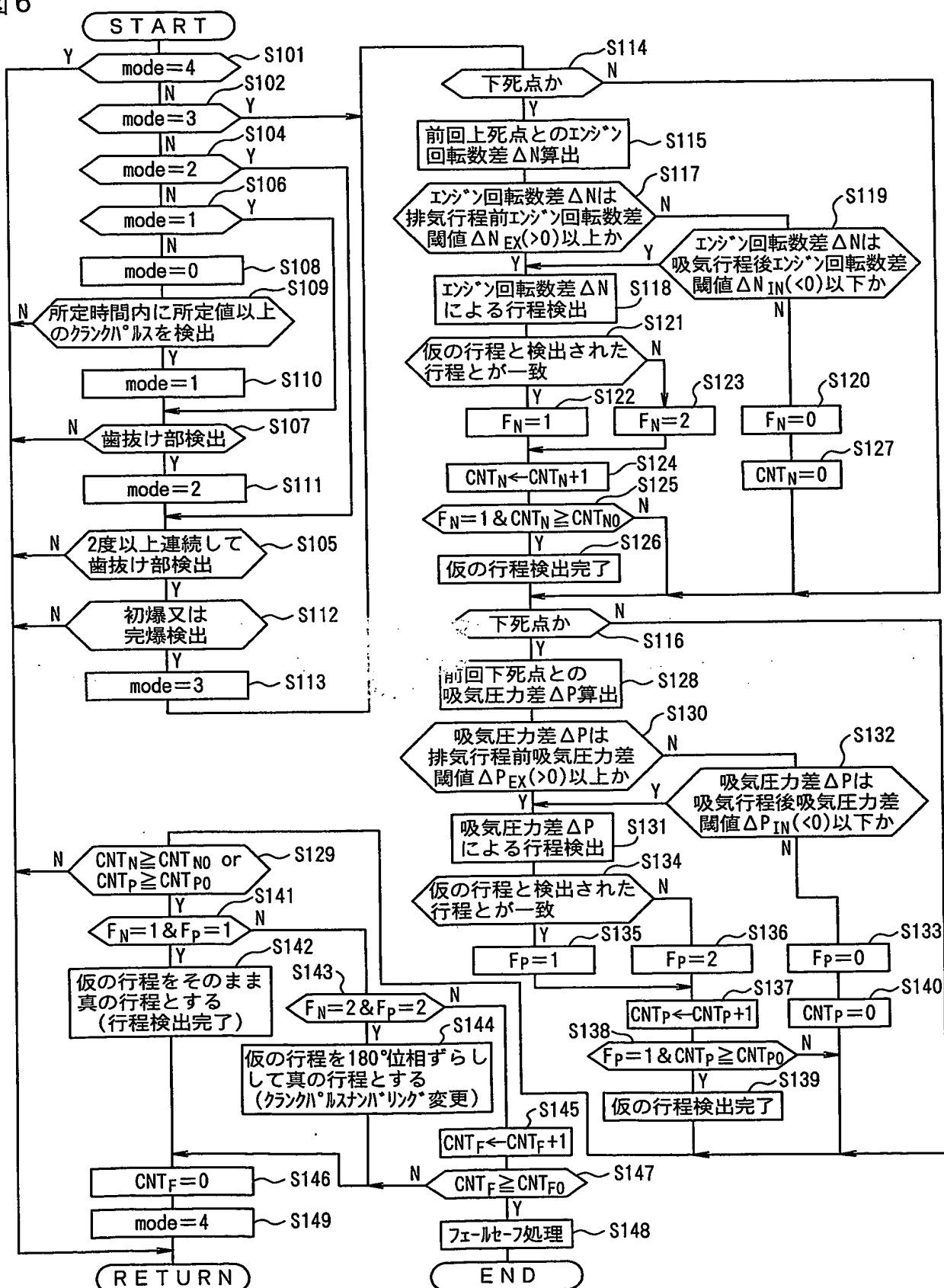


図 7

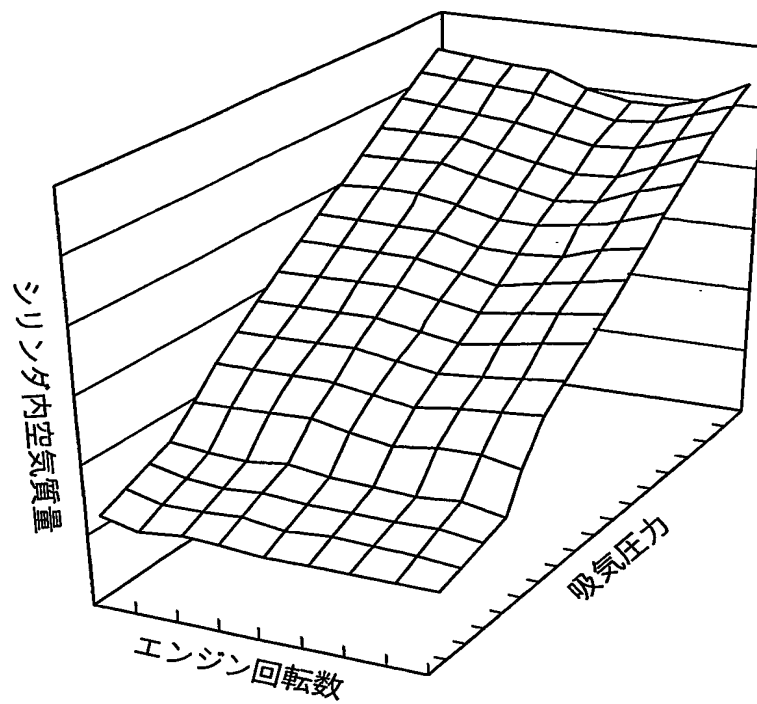


図 8

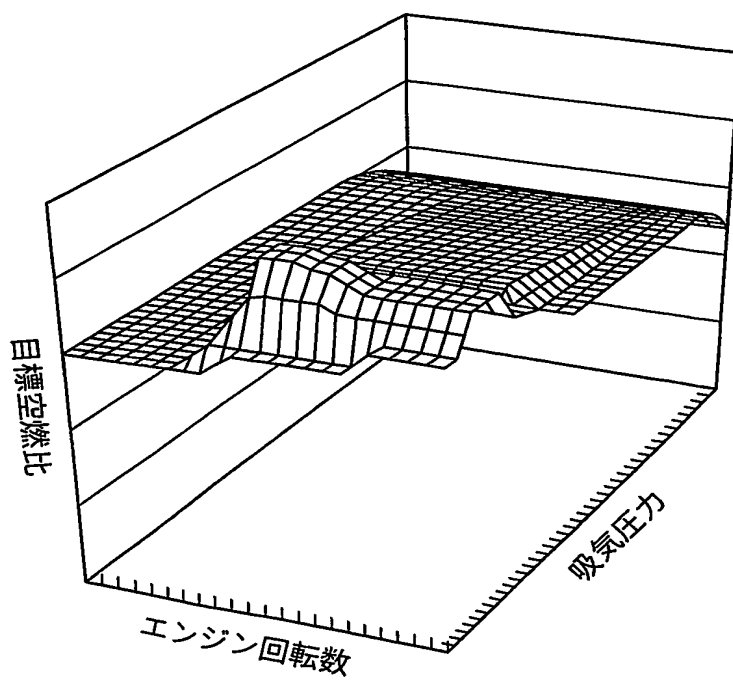


図 9

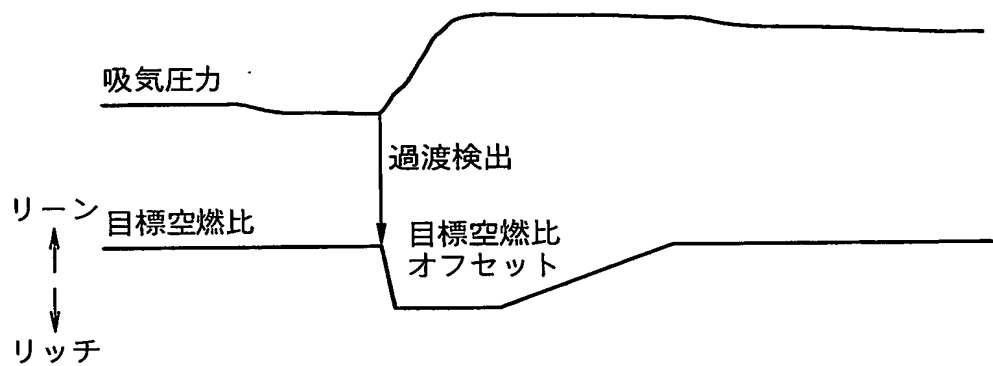


図 10

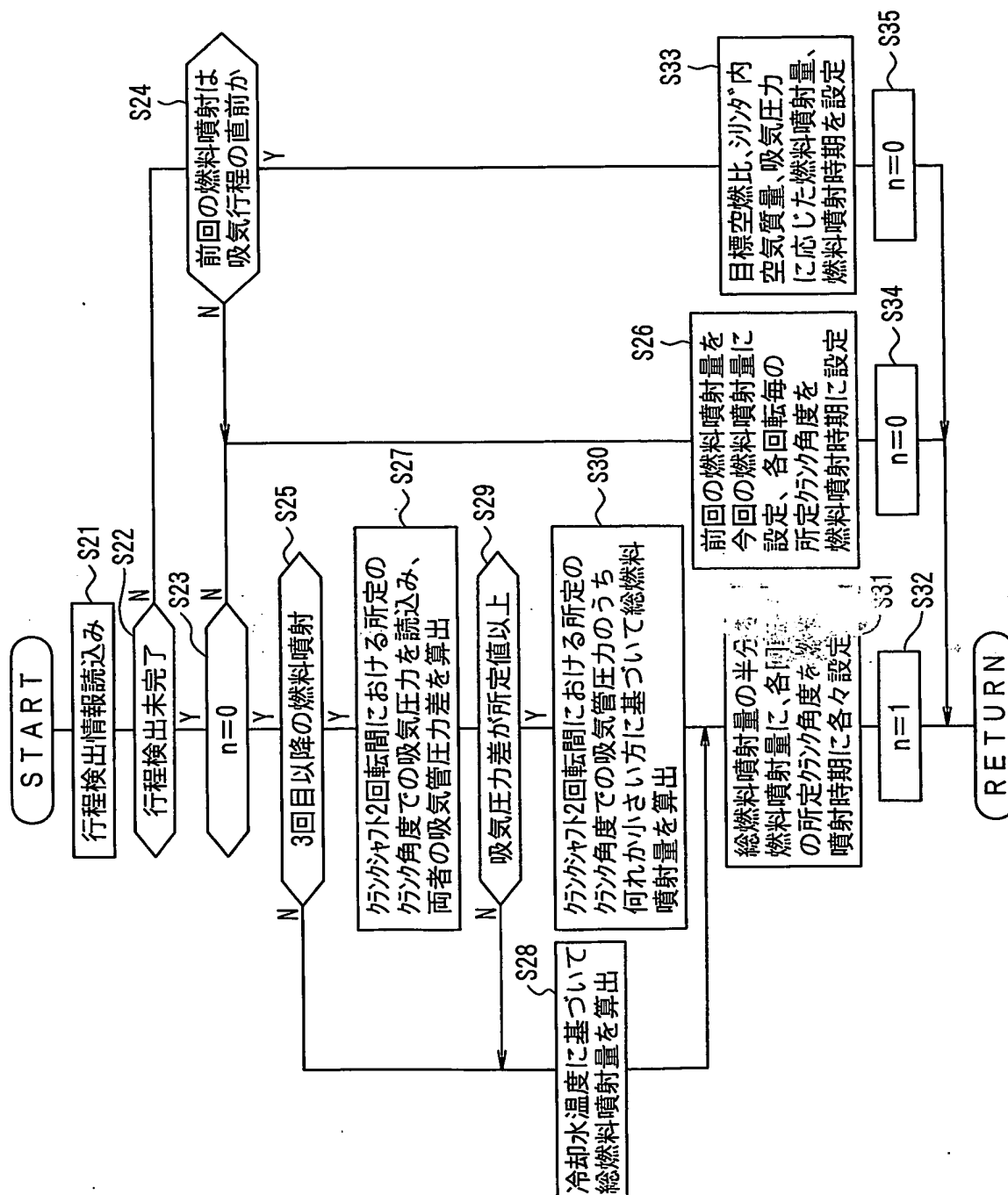


図 1 1

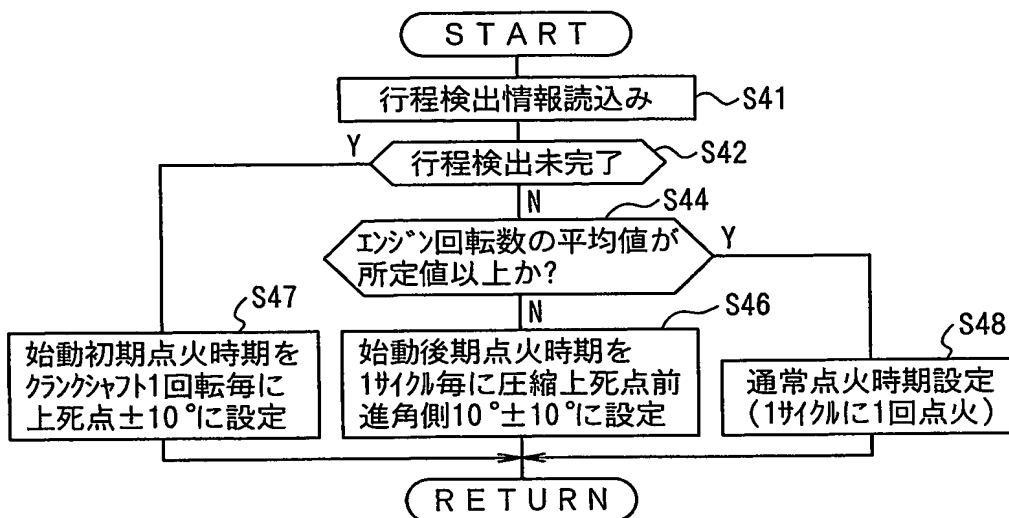
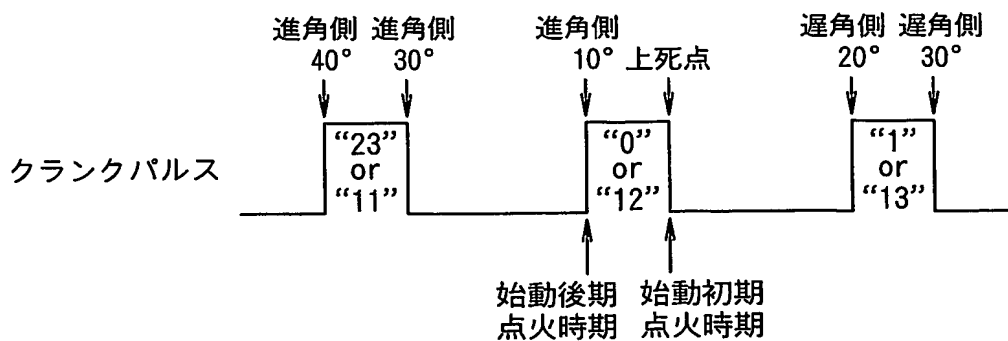


図 1 2









## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/04661

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F02D45/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F02D45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-352348 A (Suzuki Motor Corp.), 19 December, 2000 (19.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	1
A	JP 2002-147269 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 22 May, 2002 (22.05.02), Full text; all drawings (Family: none)	1

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
 16 July, 2003 (16.07.03)

Date of mailing of the international search report  
 29 July, 2003 (29.07.03)

Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> F 0 2 D 4 5 / 0 0

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> F 0 2 D 4 5 / 0 0

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996  
日本国公開実用新案公報 1971-2003  
日本国実用新案登録公報 1996-2003  
日本国登録実用新案公報 1994-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2000-352348 A (スズキ株式会社) 2000. 12. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1
A	J P 2002-147269 A (三菱電機株式会社) 2002. 05. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 07. 03

国際調査報告の発送日

29.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩瀬 昌治

3 G

9246

電話番号 03-3581-1101 内線 3355